

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-276737

(43)Date of publication of application : 09.10.2001

(51)Int.Cl.

B06B 1/04  
G10K 9/122  
// H02K 33/04

(21)Application number : 2000-099307

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.03.2000

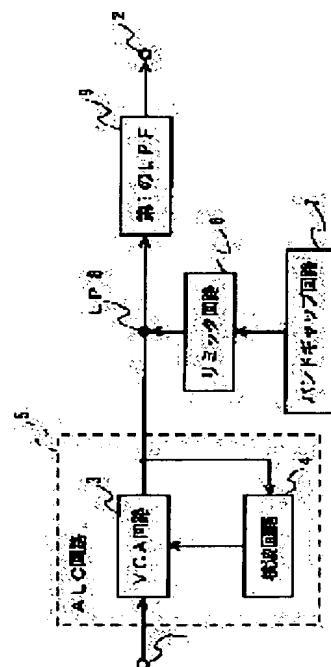
(72)Inventor : HIROSE JUNKO  
FUJII KEIICHI

## (54) LEVEL CONTROL CIRCUIT AND LIMITER CIRCUIT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently obtain a vibration output at a resonance peak frequency of an electro-mechanical-acoustic transducers itself in a stable manner without needing to adjust the level of a drive signal every transducer.

**SOLUTION:** There are provided an automatic level control circuit having a detection circuit which detects the level of a signal outputted as a drive signal to output a control signal, and a voltage control type amplifying circuit which amplifies and outputs an input signal received based on the control signal from the detection circuit, a limiter circuit to limit the level of the output signal of the automatic level control circuit within a predetermined range, and a first filter means which receives the output signal limited by the limiter circuit and removes from the output signal at least a frequency component equal to or higher than a second higher harmonic component of a resonance peak frequency of the electro-mechanical-acoustic transducer to output it as a drive signal.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-276737

(P2001-276737A)

(43) 公開日 平成13年10月9日 (2001. 10. 9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
B 0 6 B 1/04		B 0 6 B 1/04	A 5 D 1 0 7
			S 5 H 6 3 3
G 1 0 K 9/122		H 0 2 K 33/04	A
// H 0 2 K 33/04		G 1 0 K 9/12	1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-99307 (P2000-99307)

(22) 出願日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 廣瀬 淳子

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 藤井 圭一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100062926

弁理士 東島 隆治

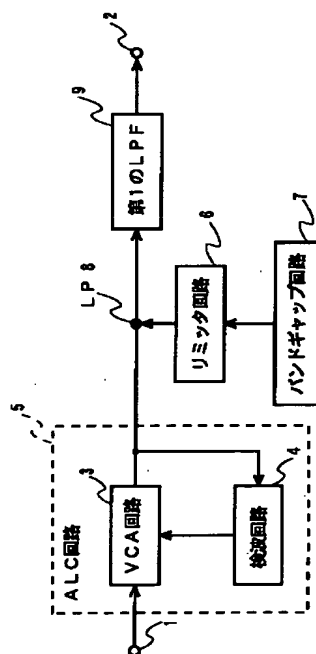
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レベル制御回路及びリミッタ回路

(57) 【要約】

【課題】 電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ること。

【解決手段】 駆動信号として出力する信号のレベルを検波して、制御信号を出力する検波回路と、前記検波回路からの制御信号に基づいて、入力した入力信号を増幅し出力する電圧制御型の増幅回路とを有する自動レベル制御回路、前記自動レベル制御回路の出力信号のレベルを所定の範囲内に制限するためのリミッタ回路、及び前記リミッタ回路により制限された出力信号を入力して、その出力信号から駆動対象の電気-機械-音響変換素子の共振ピーク周波数の少なくとも第2高調波成分以上の周波数成分を除去し駆動信号として出力するための第1のフィルタ手段を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気-機械-音響変換素子の駆動信号のレベルを制御するレベル制御回路であって、前記駆動信号として出力する信号のレベルを検波して、制御信号を出力する検波回路と、前記検波回路からの制御信号に基づいて、入力した入力信号を増幅し出力する電圧制御型の増幅回路とを有する自動レベル制御回路、前記自動レベル制御回路に接続され、その自動レベル制御回路の出力信号のレベルを所定の範囲内に制限するためのリミッタ回路、及び前記リミッタ回路により制限された出力信号を入力して、その出力信号から前記電気-機械-音響変換素子の共振ピーク周波数の少なくとも第2高調波成分以上の周波数成分を除去し前記駆動信号として出力するための第1のフィルタ手段、を備えたことを特徴とするレベル制御回路。

【請求項2】 前記リミッタ回路が、前記電気-機械-音響変換素子の定格入力レベルに対して、前記自動レベル制御回路からの出力信号のレベルを $\pm 1$  dB以内の値に制限することを特徴とする請求項1に記載のレベル制御回路。

【請求項3】 前記増幅回路と前記検波回路との間に、前記増幅回路からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去し前記検波回路に出力するための第2のフィルタ手段を設けたことを特徴とする請求項1または2に記載のレベル制御回路。

【請求項4】 前記電気-機械-音響変換素子を駆動して音声及び振動をそれぞれ生じるための音声信号及び振動信号をミックスした合成信号を入力したとき、前記第2のフィルタ手段がその入力した合成信号から振動信号を抽出し出力するよう構成したことを特徴とする請求項3に記載のレベル制御回路。

【請求項5】 前記リミッタ回路が、前記第2のフィルタ手段からの出力信号のレベルを所定の範囲内に制限して、前記第1のフィルタ手段に出力するよう構成したことを特徴とする請求項3または4に記載のレベル制御回路。

【請求項6】 一定電圧出力を電流に変換するための電流変換手段、前記電流変換手段からの電流を基準電圧に対して所定の値だけ増減した電圧に変換するための電圧変換手段、及び前記基準電圧に対して増減したそれぞれの電圧を直接的に帰還しリミッタ電圧として出力する差動増幅手段、を備えたことを特徴とするリミッタ回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話、ポケットベル（登録商標）、PHS（Personal Handyphone System）などの携帯端末に用いられ、振動や音声によって呼び出しを行うための電気-機械-音響変換器に好適なレベル制御回路及びリミッタ回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電気通信事業者の競争激化による通話料金の低価格化に伴い、携帯電話、ポケットベル、PHSなどの携帯端末の市場が急速に拡大している。このような市場の拡大に応じて、携帯端末のセットメーカー各社も新製品を次々と投入し、シェアの拡大にしのぎを削っている。その最たるものが携帯端末の小型軽量化であり、1 mmのサイズや1 グラムの重さもおろそかにできない競争となっている。また、音声だけでなく振動で呼び出すためのバイブ機能や、着信をメロディーで知らせるなどの呼び出し音声の多様化、拡声機能などの様々な機能を携帯端末に付加することも、シェアの拡大のためには必要不可欠なことである。しかしながら、上述の各機能のための素子や部品等を個別に携帯端末に内蔵した場合には、その小型軽量化を妨げるため、携帯端末では複数の機能を実現できる統合化された素子や部品等が要望されていた。このような要望に応じたものとして、振動機能のためのバイブ素子と、呼び出し機能のためのベル素子、及び受話音のためのサウンド素子を統合した電気-機械-音響変換素子（以下、“バイブサウンド”という、（登録商標、松下電器産業株式会社）が開発・実用化されている。このようなバイブサウンドは、その入力信号の周波数を変更することにより、上述のバイブ素子、ベル素子、及びサウンド素子の少なくとも1つの素子として動作するよう構成されている。バイブサウンドには、その振動を検知して、自動的に増幅しバイブ素子として駆動するためのレベル制御回路が接続されている。

【0003】図10と図11とを用いて、まずバイブサウンドについて具体的に説明する。図10はバイブサウンドの概略構成を示す説明図であり、図11は図10に示したバイブサウンドの周波数特性を示すグラフである。図10において、バイブサウンドは、開口した開口部を一端部に有し、支持部材を構成する素子本体41、前記素子本体41にサスペンション46を介して取り付け支持された振動板42、及び前記振動板42に固定され、入力した入力信号（電気信号）に基づき振動及びまたは音声を発生するためのボイスコイル43を備えている。バイブサウンドは、上記ボイスコイル43に対向して配置された磁気回路部45と、その磁気回路部45に固着された所定の重量をもつ付加質量44とが設けられている。このバイブサウンドが在来のスピーカーと最も異なる点は、磁気回路部45が素子本体41に固定されておらずに、サスペンション46によって中空に浮いた状態で支持されている点である。この磁気回路部45には、所定の付加質量44が取り付けられ、一定周波数の電気信号をボイスコイル43に入力することにより、磁気回路部45自身が共振して振動を外部に伝播し出力するよう構成されている。

【0004】詳細に言えば、バイブサウンドでは、15

0 Hz 前後の周波数が上記一定周波数として設定されている。この設定された150 Hz 前後の周波数では、振動板42はそのサイズに規制されて音声として発音されるのではなく磁気回路部45の共振によるバイブサウンダ自身の振動のみが外部に出力される。従って、バイブサウンダでは、150 Hz 前後の入力信号に対しては、振動出力のみが得られる。また、1 kHz から10 kHz 付近までの周波数帯域をもつ音声信号を含んだ入力信号に対しては、バイブサウンダはそのまま音声信号として出力するよう構成されている。さらに、バイブサウンダでは、図11の波形50に示すように、付加質量44のバラツキや構造のバラツキにより、最大振動が得られる共振ピーク周波数 $f_0$ は非常に尖鋭なうえ140 Hz から160 Hz の間の範囲内のバラツキを持っている。それゆえ、バイブサウンダでは、最大振動を得るためにはボイスコイル43への入力信号の一定周波数を上記共振ピーク周波数 $f_0$ に合わせ込む必要がある。

【0005】次に、上述のバイブサウンダと従来のレベル制御回路とを用いた電気-機械-音響変換器について、図12を用いて具体的に説明する。図12は、従来のレベル制御回路を用いた電気-機械-音響変換器の具体例の構成を示すブロック回路図である。図12において、電気-機械-音響変換器は、音声信号を入力するための入力端子51、A端及びB端を備えた切換スイッチ52、及び前記切換スイッチ52に順次接続された駆動アンプ53とバイブサウンダ54を備えている。電気-機械-音響変換器には、バイブサウンダ54の前面に設置された誘導コイル55と、その誘導コイル55に増幅器56を介して接続された従来のレベル制御回路57とが設けられている。この従来のレベル制御回路57は、図11に示した共振ピーク周波数 $f_0$ を中心とした周波数帯域の周波数を検出周波数として設定した周波数検出器を含んで構成されたものであり、バイブサウンダ54を振動させるための振動信号を出力する。

【0006】この電気-機械-音響変換器では、切換スイッチ52をB端に接続している場合、入力端子51は外部から音声信号、例えば受話音やベル音を入力する。その入力した音声信号は、駆動アンプ53を経てバイブサウンダ54から音声出力として出力される。一方、切換スイッチ52をA端に接続している場合、電気-機械-音響変換器は、既存の振動用の発振器に代えて、増幅器56と周波数検出器を含む電気回路が自己の回路内に有する熱雑音等のノイズを用いて振動出力を得ている。詳細には、熱雑音等のノイズには、広範囲の帯域周波数の周波数成分が含まれているが、音声信号の信号成分に比べて一般的に低レベルである。このため、切換スイッチ52をA端に接続すると、上記のようなノイズは増幅器56により増幅された後、従来のレベル制御回路57によってその中から共振周波数の成分が検出される。従来のレベル制御回路57は、検出した共振周波数を含ん

だ振動信号を駆動アンプ53を介してバイブサウンダ54のボイスコイル43（図10）に出力する。これにより、バイブサウンダ54では、ボイスコイル43と磁気回路部45（図10）との間で電磁力及びその反力による磁気変動が発生する。

【0007】誘導コイル55は、上記磁気変動に応じた起電力を発生して、その起電力による電圧信号を増幅器56に出力する。増幅器56は、誘導コイル55からの電圧信号を増幅し従来のレベル制御回路57に出力する。従来のレベル制御回路57は、上記のような周波数検出を行って、自励的に増幅した振動信号を駆動信号としてバイブサウンダ54に出力する。このように、従来のレベル制御回路57は、バイブサウンダ54を駆動するための帰還ループを構成して、そのバイブサウンダ54の共振ピーク周波数 $f_0$ のバラツキに関係なく、最大振動の共振ピーク周波数 $f_0$ に自動的に引き込んで駆動信号をバイブサウンダ54に出力していた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来のレベル制御回路を用いた場合、バイブサウンダへの入力信号のレベル、すなわちバイブサウンダの駆動信号のレベルを当該バイブサウンダの定格入力レベルに精度よくあわせることができずに、安定した振動出力を得られないことがあった。詳細に言えば、従来のレベル制御回路に入力する信号が駆動対象のバイブサウンダのバラツキやバイブサウンダの保持状態などにより、大きく変化することがあった。このため、従来のレベル制御回路は、駆動信号のレベルを上述の定格入力レベルにあわせることができなかった。その結果、例えば駆動信号のレベルがバイブサウンダの定格入力レベルを超えた場合、バイブサウンダは過振動となり、その磁気回路部がボイスコイルに接触して、異音を発生するという問題点があった。また、逆に、駆動信号のレベルが上記定格入力レベルより低い場合、十分な振動が得られないという問題点を生じた。それゆえ、従来のレベル制御回路を用いた場合、駆動信号のレベルを定格入力レベルに一致させるために、駆動対象のバイブサウンダ毎に調整を行う必要があった。

【0009】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、電気-機械-音響変換素子（バイブサウンダ）毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができるレベル制御回路及びリミッタ回路を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のレベル制御回路は、電気-機械-音響変換素子の駆動信号のレベルを制御するレベル制御回路であって、前記駆動信号として出力する信号のレベルを検波して、制御信号を出力する検

波回路と、前記検波回路からの制御信号に基づいて、入力した入力信号を増幅し出力する電圧制御型の増幅回路とを有する自動レベル制御回路、前記自動レベル制御回路に接続され、その自動レベル制御回路の出力信号のレベルを所定の範囲内に制限するためのリミッタ回路、及び前記リミッタ回路により制限された出力信号を入力して、その出力信号から前記電気-機械-音響変換素子の共振ピーク周波数の少なくとも第2高調波成分以上の周波数成分を除去し前記駆動信号として出力するための第1のフィルタ手段を備えている。このように構成することにより、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。

【0011】別の観点による発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記リミッタ回路が、前記電気-機械-音響変換素子の定格入力レベルに対して、前記自動レベル制御回路からの出力信号のレベルを±1dB以内の値に制限している。このように構成することにより、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。

【0012】別の観点による発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記増幅回路と前記検波回路との間に、前記増幅回路からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去し前記検波回路に出力するための第2のフィルタ手段を設けている。このように構成することにより、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。さらに、検波回路が所定の周波数以上の周波数成分で誤動作することを防止することができる。

【0013】別の観点による発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記電気-機械-音響変換素子を駆動して音声及び振動をそれぞれ生じるための音声信号及び振動信号をミックスした合成信号を入力したとき、前記第2のフィルタ手段がその入力した合成信号から振動信号を抽出し出力している。このように構成することにより、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。さらに、音声信号と振動信号とをミックスした合成信号を入力したときでも、検波回路が音声信号によって誤動作することを防止することができる。

【0014】別の観点による発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記リミッタ回路が、前記第2のフィルタ手段からの出力信号のレベルを所定の範囲内に制限して、前記第1のフィルタ手段に出力してい

る。このように構成することにより、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。さらに、検波回路が所定の周波数以上の周波数成分で誤動作することを防止することができる。

【0015】本発明のリミッタ回路は、一定電圧出力を電流に変換するための電流変換手段、前記電流変換手段からの電流を基準電圧に対して所定の値だけ増減した電圧に変換するための電圧変換手段、及び前記基準電圧に対して増減したそれぞれの電圧を直接的に帰還しリミッタ電圧として出力する差動増幅手段を備えている。このように構成することにより、基準電圧に対して所定の値だけ増減した範囲内の電圧をリミッタ電圧として出力して制限することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明のレベル制御回路及びリミッタ回路の好ましい実施例について、図面を参照しながら説明する。尚、以下の説明では、従来例との比較を容易なものとするために、図10に示したパイプサウンダの駆動信号のレベルを制御するためのレベル制御回路及びリミッタ回路を構成した場合を例示して説明する。

【0017】《実施例1》図1は、本発明の実施例1であるレベル制御回路の構成を示すブロック回路図である。図1において、本実施例1のレベル制御回路は、入力端子1、前記入力端子1に接続された自動レベル制御回路（以下、“ALC回路”という）5、前記ALC回路5に接続された第1のローパスフィルタ（以下、“第1のLPF”という）9、及び前記第1のLPF 9に接続され、当該レベル制御回路に接続されたパイプサウンダに駆動信号を出力するための出力端子2を備えている。本実施例1のレベル制御回路には、上記ALC回路5と第1のLPF 9との間のリミットポイントLP 8に接続され、ALC回路5の出力信号のレベルを所定の範囲内に制限するためのリミッタ回路6と、そのリミッタ回路6でのリミットレベルを規定するためのバンドギャップ回路7とが設けられている。入力端子1には、図12に示した従来例のものと同様に、熱雑音等のノイズ、及びこのノイズを自励的に増幅した振動信号が入力信号として入力される。尚、上述の説明以外に、例えば図11に示した共振ピーク周波数 $f_0$ （例えば、150Hz）を含んだ振動信号を入力信号として入力端子1に入力する構成でもよい。

【0018】ALC回路5は、上記入力端子1に接続された電圧制御型の増幅回路（以下、“VCA回路”という）3、及び前記VCA回路3の出力端に接続され、そのVCA回路3を制御するための検波回路4を備えている。検波回路4は、VCA回路3から駆動信号として出力される信号のレベルを検波して、そのVCA回路3に

制御信号を出力する。詳細に言えば、検波回路4には、当該レベル制御回路の駆動対象であるバイブサウンダの定格入力レベル $V_0$ に対して高めの検波レベル $V_d$ が設定されている。検波回路4は、設定された検波レベル $V_d$ 以上のレベルをもつ信号がVCA回路3から出力されると、そのVCA回路3での増幅率を抑えるよう指示する制御信号を生成し出力する。これにより、ALC回路5に入力する入力信号のレベルが所定の入力レベル $V_{in}$ 以上であるとき、VCA回路3での増幅率が抑えられ、駆動信号として出力する信号のレベルも抑えられて出力される。リミッタ回路6は、バンドギャップ回路7の電圧出力を電圧-電流変換した電流を用いて、予め設定された上述の定格入力レベルを電流-電圧変換し、ALC回路5からの出力信号のレベルが電流-電圧変換した定格入力レベルに対して所定の範囲内のレベル差（デシベル）に収まるよう制限している。具体的には、リミッタ回路6は、後に詳述するように、リミッタポイントLP8に制御信号を出力して、ALC回路5の出力信号のレベルを制限している。

【0019】尚、発明者等の実験によれば、図10に示したバイブサウンダでは、レベル制御回路がそのバイブサウンダの定格入力レベルに対して、 $\pm 1\text{ dB}$ 以内の信号を駆動信号として出力した場合、[発明が解決しようとする課題]の欄に記載した異音の発生や振動できないという問題点の発生を完全に防いで、効率よくバイブサウンダを振動させることができた。したがって、本実施例1のレベル制御回路を用いて、例えば図12に示したようにバイブサウンダ、駆動アンプ、誘導コイル、及び増幅器を接続し、そのバイブサウンダを自励的に振動するための帰還ループによって電気-機械-音響変換器を構成した場合、リミッタ回路6がALC回路5の出力信号のレベルを上述の定格入力レベルに対して、 $\pm 1\text{ dB}$ 以内の範囲内の値に制限するよう構成すればよい。

【0020】さらに、発明者等の実験によれば、上記のような電気-機械-音響変換器を構成した場合、その電気-機械-音響変換器内のレベル制御回路に入力する入力信号のレベルは $20\text{ dB}$ 程度変化することが分かった。具体的に言えば、誘導コイルでの発生電圧は、同一の振動数でバイブサウンダを振動した場合でも、バイブサウンダのバラツキによって $\pm 6\text{ dB}$ 程度の幅で変化し増幅器を経てレベル制御回路に出力された。さらに、バイブサウンダの周辺環境の変化、具体的にはバイブサウンダの保持状態が、例えば強く固定された状態や紐でつるされたような全く固定されていない状態では、レベル制御回路に入力する入力信号は $10\text{ dB}$ 以上変化した。このため、上記のような電気-機械-音響変換器を構成した場合、レベル制御回路では、レベルが $20\text{ dB}$ 以上変化する入力信号を考慮する必要があることが分かった。本実施例1のレベル制御回路では、ALC回路5は、上記のように、入力信号のレベルが入力レベル $V_{in}$

以上である場合、VCA回路3での増幅率を抑えて制御した信号を出力するよう構成している。これにより、本実施例1のレベル制御回路では、入力信号のレベルが $20\text{ dB}$ 以上変化した場合でも、ALC回路5によって制御した信号を駆動信号として出力することができ、さらにリミッタ回路6により上記の $\pm 1\text{ dB}$ 以内のレベル差に抑えることができる。その結果、本実施例1のレベル制御回路は、たとえ当該レベル制御回路に入力する入力信号のレベルが大きく変化したとしても、上記駆動信号のレベルをバイブサウンダの定格入力レベルに精度よくあわせることができる。

【0021】さらに、上記ALC回路5では、大振幅の入力信号を入力した場合や入力信号のレベルが急に低レベルに変化した場合でも、出力信号のレベルを自動的、かつ適正に制御して出力するよう構成している。具体的に言えば、図2の(a)及び図2の(b)において、一般的な音声回路に用いられるALC回路では、大振幅の入力信号を入力したあと出力信号が制御されるまでの時間、いわゆるアタックタイム $t_a$ の設定時間は、実使用上違和感のないように、約1〜数msecに設定されている。また、入力信号のレベルが急に低レベルとなった時点からリニアに変化する出力信号が得られるまでの時間、いわゆるリカバertime $t_r$ の設定時間は、実使用上違和感のないように、約1sec以上に設定されている。しかしながら、携帯端末用のバイブサウンダに用いる場合、上述の設定時間ではバイブサウンダの周辺環境が変化したとき当該バイブサウンダを正常に振動させることはできない。詳細には、例えばバイブサウンダの保持状態が強く固定された状態や紐でつるされたような全く固定されていない状態では、上記のように、入力信号のレベルは $10\text{ dB}$ 以上変化する。このため、入力信号のレベルが急に低レベルになった場合、上記の約1sec以上のリカバertime $t_r$ では、約1sec以上の間、振動が微弱になってしまう。それゆえ、ALC回路5では、リカバertime $t_r$ を約 $100\text{ msec}$ に設定している。これにより、本実施例1のレベル制御回路では、入力信号のレベルが急に低レベルに変化した場合でも、出力信号のレベルを自動的、かつ適正に制御して駆動信号として出力することができる。また、大振幅の入力信号を入力した場合、バイブサウンダに過大入力とならないよう出来るだけ早く検波する必要がある。それゆえ、ALC回路5では、アタックタイム $t_a$ を約 $10\text{ msec}$ 以下に設定している。これにより、本実施例1のレベル制御回路では、大振幅の入力信号を入力した場合でも、出力信号のレベルを自動的、かつ適正に制御して駆動信号として出力することができる。

【0022】以下、本実施例1のレベル制御回路の動作について、図1、図3、及び図4を参照して具体的に説明する。図3は、図1に示したALC回路の入出力特性を示すグラフである。図4の(a)は図1に示したリミ

ッタ回路に制限された後のA L C回路の出力信号の波形を示す波形図であり、図4の(b)は図1に示した第1のL P Fの出力信号の波形を示す波形図である。本実施例1のレベル制御回路では、その入力端子1に入力信号が入力されると、入力信号はその入力信号のレベルに応じて、V C A回路3により増幅され、出力される。詳細には、入力信号のレベルが所定の入力レベル $V_{in}$ 以上である場合、検知回路4は、上述したように、V C A回路3に制御信号を出力して、V C A回路3での増幅率を抑える。これにより、入力信号のレベルが所定の入力レベル $V_{in}$ 以上である場合、A L C回路5からの出力信号の出力レベルは、図3の波形31で示すように、入力レベルが $V_{in}$ 未満のものに比べて抑えられて出力される。但し、同波形31の右上がりの傾きで示すように、A L C回路5はその出力信号の出力レベルを一定にするのではなく、入力レベル $V_{in}$ 以上の場合でも入力レベルの大きさに応じて出力レベルを大きくし出力している。このため、A L C回路5だけでは、バイブサウンダの定格入力レベルに対して、所定の範囲内のレベル差(デシベル)に抑えることはできない。具体的には、A L C回路5だけでは、例えば同図の $V_{limit}$ で示す制限レベル以下に出力信号の出力レベルを抑えることはできないが、A L C回路5は入力レベル $V_{in}$ 以上の幅広い入力レベルをもつ入力信号に対して、制御した出力信号を出力することができる。

【0023】次に、A L C回路5から出力された出力信号は、そのレベルがリミッタポイントL P 8に入力されるリミッタ回路6からの制御信号によって所定の範囲内の値に抑えられて第1のL P F 9に出力される。続いて、第1のL P F 9は、リミッタ回路6によって制限された出力信号を入力し、その入力した出力信号に含まれる所定の周波数以上の周波数成分を除いて、出力端子2に出力する。具体的には、リミッタ回路6により制限されたA L C回路5の出力信号は、図4の(a)の波形32で示すように、矩形波に近い波形をもつものであり、上記共振ピーク周波数 $f_0$ の奇数次の高調波成分を多く含んでいる。一方、駆動対象のバイブサウンダの周波数特性は、図11に示したように、共振ピーク周波数 $f_0$ に尖鋭なピークをもつが、その共振ピーク周波数 $f_0$ 以上の周波数でも出力レベルが右上がりになっていく。このため、上述の高調波成分を含んだ駆動信号がバイブサウンダに入力されると、バイブサウンダは共振ピーク周波数 $f_0$ で振動するだけでなく、高調波成分によって異音、いわゆるビート音を発生する。また、バイブサウンダは、図10に示したように、共振ピーク周波数 $f_0$ 以上の周波数でもその出力レベルは右上がりである。このため、入力される駆動信号に上記のような高調波成分が含まれている場合でも共振ピーク周波数 $f_0$ と同等の出力レベルに達する。このように、駆動信号に高調波成分が含まれている場合、自励発振の帰還ループ

(電気-機械-音響変換器)が上記高調波成分の周波数で安定し音声を出力して、振動出力を効率よく得ることができない。それゆえ、本実施例1のレベル制御回路では、第1のL P F 9が上記共振ピーク周波数 $f_0$ の少なくとも第3高調波成分以上の周波数成分を除去して、図4の(b)の波形33で示す出力信号をバイブサウンダの駆動信号として出力端子2に出力する。これにより、バイブサウンダでは、音声を出力することなく、駆動信号によって効率よく振動することができる。

【0024】以上のように、本実施例1のレベル制御回路は、A L C回路5が駆動信号として出力する信号のレベルを検波して、制御信号を出力する検波回路4と、前記検波回路4からの制御信号に基づいて、入力した入力信号を増幅し出力するV C A回路3とを備えている。リミッタ回路6は、上記A L C回路5の出力信号のレベルを所定の範囲内に制限している。さらに、本実施例1のレベル制御回路では、第1のL P F 9が上記リミッタ回路6により制限された出力信号を入力して、その出力信号から駆動対象のバイブサウンダの共振ピーク周波数の少なくとも第2高調波成分以上の周波数成分を除去し駆動信号として出力している。これにより、本実施例1のレベル制御回路は、たとえ当該レベル制御回路に入力する入力信号のレベルが大きく変化したとしても、上記駆動信号のレベルをバイブサウンダの定格入力レベルに精度よくあわせることができ、接続されるバイブサウンダ毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該バイブサウンダ自身の共振周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。

【0025】《実施例2》図5は、本発明の実施例2であるレベル制御回路の構成を示すブロック回路図である。この実施例では、レベル制御回路の構成において、V C A回路と検波回路との間に、V C A回路からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去し検波回路に出力するための第2のフィルタ手段を設けた。それ以外の各部分は、実施例1のものと同様であるのでそれらの重複した説明は省略する。図5に示すように、本実施例2のレベル制御回路では、第2のローパスフィルタ(以下、“第2のL P F”という)10がA L C回路5'内でV C A回路3と検波回路4との間に接続されている。この第2のL P F 10は、V C A回路3からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去して検波回路4に出力している。これにより、本実施例2のレベル制御回路では、検波回路4が上記所定の周波数以上の周波数成分からなる信号を入力した場合、検波回路4の動作を停止することができる。したがって、本実施例2のレベル制御回路では、第2のL P F 10での所定の周波数(カットオフ周波数)として、例えばバイブサウンダの共振ピーク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数(例えば、450 Hz)を設定することにより、その共振ピー

ク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数成分からなる信号で検波回路4が誤動作することを防止することができる。さらに、本実施例2のレベル制御回路を用いて電気-機械-音響変換器を構成した場合、その電気-機械-音響変換器での自励発振に遅れを生じることなく直ちにパイプサウنداを振動させることができる。

【0026】ここで、図6を用いて、本実施例2のレベル制御回路の上記効果について、具体的に説明する。図6は、図5に示したレベル制御回路を用いた電気-機械-音響変換器の具体例の構成を示すブロック回路図である。図6において、本実施例2のレベル制御回路11は、その入力端子1（図5）及び出力端子2（図5）が増幅器17の出力端及び切換スイッチ13のA端にそれぞれ接続されている。このレベル制御回路11を用いた電気-機械-音響変換器では、切換スイッチ13をA端に接続した場合、当該レベル制御回路11、パイプサウندا15、駆動アンプ14、誘導コイル16、及び増幅器17により、パイプサウندا15を自励的に振動（自励発振）するための帰還ループが構成される。尚、入力端子12には、外部の信号発生装置が接続され、パイプサウندا15を駆動して、音声を出力するための音声信号が少なくとも入力される。

【0027】この電気-機械-音響変換器では、切換スイッチ13をB端に接続している場合でも、A端に接続している場合と同様に、パイプサウندا15の前面に設置された誘導コイル16が起電力を発生して、その起電力による信号を増幅器17に出力する。増幅器17は誘導コイル16からの信号を増幅して、レベル制御回路11はその増幅された信号を入力する。このとき、切換スイッチ13はB端に接続されているため、帰還ループが構成されずに自励発振は行われない。しかしながら、上述の増幅された信号のレベルが検波回路4（図5）に設定された検波レベル $V_d$ 以上である場合、検波回路4が動作しVCA回路3（図5）の出力レベルを制御しようとする。このとき、切換スイッチ13をA端に切り換えて自励発振を行おうとしても、もし第2のLPF10（図5）をVCA回路3と検波回路4との間に設けていない場合、ALC回路5'（図5）に設定されたリカバリータイム $t_r$ の設定時間（例えば、約100msec）だけ自励発振が遅れることとなる。つまり、もし第2のLPF10をALC回路5'内に設けていない場合、B端からA端に切り換えられると、ALC回路5'に入力する入力信号のレベルが急に低レベルなものとなり、リカバリータイム $t_r$ の設定時間の間、自励的に増幅した振動信号を出力できないこととなる。これに対して、上記のように、例えば第2のLPF10での所定の周波数としてパイプサウندا15の共振ピーク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数を設定することにより、その共振ピーク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数成分からなる信号で検波回路4が誤動作することを防止することができる。その結

果、本実施例2のレベル制御回路11では、切換スイッチ13をB端に接続している間は検波回路4を停止することができ、さらに切換スイッチ13がA端に切り換えられると、リカバリータイム $t_r$ の設定時間に関係なく自励発振を直ちに行うことができる。

【0028】以上のように、本実施例2のレベル制御回路11では、VCA回路3と検波回路4との間に、VCA回路3からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去し検波回路4に出力するための第2のLPF10を設けている。これにより、本実施例2のレベル制御回路11では、検波回路4が上記所定の周波数以上の周波数成分からなる信号を入力した場合、検波回路4の動作を停止して、上記信号による誤動作を防止することができる。さらに、本実施例2のレベル制御回路を用いて電気-機械-音響変換器を構成した場合、その電気-機械-音響変換器での自励発振に遅れを生じることなく直ちにパイプサウندا15を振動させることができる。

【0029】《実施例3》図7は、本発明の実施例3であるレベル制御回路を用いた電気-機械-音響変換器の具体例の構成を示すブロック回路図である。この実施例では、レベル制御回路の構成において、当該レベル制御回路がパイプサウنداを駆動して音声及び振動をそれぞれ生じるための音声信号及び振動信号をミックスした合成信号を入力したとき、第2のLPFがその入力した合成信号から振動信号を抽出し出力するよう構成した。それ以外の各部分は、実施例2のものと同様であるのでそれらの重複した説明は省略する。図7に示すように、本実施例3のレベル制御回路11'を用いた電気-機械-音響変換器では、図6に示したものと異なり、切換スイッチが設けられておらず、パイプサウندا15を自励発振するための帰還ループが常に構成されている。このため、駆動アンプ14には、実施例2のものと同様に、入力端子12から入力された音声信号と、レベル制御回路11'で制御されたパイプサウندا15を振動するための振動信号とがミックスされて、合成信号として入力される。また、誘導コイル16では音声信号と振動信号の両方の信号により発生した起電力が生じて、その起電力による信号が増幅器17を経てレベル制御回路11'に入力される。つまり、この電気-機械-音響変換器では、レベル制御回路11'の入力端子1（図5）には音声信号と振動信号とをミックスした合成信号による入力信号が入力される。

【0030】レベル制御回路11'の出力側には、図5に示したように第1のLPF9が設けられているため、音声信号の周波数成分は第1のLPF9により除去される。その結果、レベル制御回路11'の出力信号は、共振ピーク周波数 $f_0$ （図10）付近の周波数成分だけを含んだ振動信号となる。しかしながら、入力信号には、上記のように、音声信号がミックスされている。



このため、もし第2のLPF 10 (図5)をVCA回路3 (図5)と検波回路4 (図5)との間に設けていない場合、検波回路4は入力した音声信号により動作して、パイプサウンダ15を十分に振動させることができないことが生じる。詳細にいえば、音声信号のレベルが上記振動信号のものより大きい場合、検波回路4は音声信号のレベルを検波して、ALC回路5' (図5)の出力信号のレベルを抑えてしまう。その結果、パイプサウンダ15への出力信号のレベルがその定格入力レベルよりも低下して、十分な振動が得られないこととなる。これに対して、第2のLPF 10では、例えば所定の周波数としてパイプサウンダ15の共振ピーク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数 (例えば、450Hz) を設定している。この設定された周波数は、音声信号の周波数帯域 (1kHzから10kHz付近までの周波数) に比べて十分に小さい値であるので、音声信号は第2のLPF 10により除去される。これにより、本実施例3のレベル制御回路11'では、入力した合成信号のうち、振動信号の周波数成分だけを第2のLPF 10から検波回路4に出力することができる。その結果、パイプサウンダ15への出力信号のレベルを定格入力レベルにあわせることができ、パイプサウンダ15を十分に振動させ、かつ音声出力させることができる。

【0031】以上のように、本実施例3のレベル制御回路11'は、第2のLPF 10での所定の周波数として、例えば音声信号の周波数帯域よりも十分に小さく、パイプサウンダの共振ピーク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数を設定している。これにより、本実施例3のレベル制御回路11'では、当該レベル制御回路11'に音声信号が入力した場合でも、その音声信号によって検波回路4が誤動作することを防止できる。さらに、当該レベル制御回路11'に音声信号と振動信号とをミックスした合成信号を入力した場合でも、第2のLPF 10が振動信号だけを抽出して、検波回路4に出力している。これにより、パイプサウンダ15への出力信号のレベルを定格入力レベルにあわせることができ、パイプサウンダ15を十分に振動させ、かつ音声出力させることができる。

【0032】《実施例4》図8は、本発明の実施例4であるレベル制御回路の構成を示すブロック回路図である。この実施例では、レベル制御回路の構成において、リミッタ回路が第2のLPFからの出力信号のレベルを所定の範囲内に制限して、第1のLPFに出力するように構成した。それ以外の各部は、実施例2のものと同様であるのでそれらの重複した説明は省略する。図8に示すように、本実施例4のレベル制御回路では、第2のLPF 10がリミッタポイントLP 8を経て第1のLPF 9に直接的に接続されている。つまり、本実施例4のレベル制御回路では、リミッタ回路6は第2のLPF 10からの出力信号のレベルを所定の範囲内に制限し

て、第1のLPF 9に出力している。ALC回路5'内では、第2のLPF 10は検波回路4に接続されている。この第2のLPF 10には、実施例2のものと同様に、所定の周波数として、例えばパイプサウンダの共振ピーク周波数 $f_0$ よりも大きい周波数が設定されている。これにより、本実施例4のレベル制御回路では、実施例2のものと同様に、検波回路4が所定の周波数以上の周波数成分で誤動作することを防止することができる。さらに、実施例3のものと同様に、検波回路4が音声信号によって誤動作することを防止することができる。

【0033】尚、上述の実施例1~4の各説明では、出力端子2に第1のLPF 9を接続した構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、リミッタ回路6により制限された出力信号からパイプサウンダ (電気-機械-音響変換素子) の共振ピーク周波数の少なくとも第2高調波成分以上の周波数成分を除去し駆動信号として出力できるフィルタ手段であればよい。具体的には、第1のLPF 9に代えてバンドパスフィルタを、第1のフィルタ手段として出力端子2に接続する構成でもよい。また、上述の実施例2~4の各説明では、VCA回路3に第2のLPF 10を接続した構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、VCA回路3からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去し検波回路4に出力できるフィルタ手段であればよい。具体的には、第2のLPF 10に代えてバンドパスフィルタを、第2のフィルタ手段としてVCA回路3に接続する構成でもよい。

【0034】《実施例5》図9は、本発明の実施例5であるリミッタ回路の構成を示すブロック回路図である。図9に示すように、本実施例5のリミッタ回路6は、バンドギャップ回路7からの一定電圧出力を電流に変換するための電流変換手段を構成している抵抗18、カレントミラー回路を構成しているPNPトランジスタ19、20、及び反転増幅回路を構成している抵抗21、22と増幅器23を備えている。増幅器23の正入力が基準電圧Vに接続されて、増幅回路が構成されている。抵抗18、21、22は、同一製法の抵抗値をもつ抵抗により構成されている。PNPトランジスタ19、20、抵抗21、22、及び増幅器23は、電流変換手段からの電流を基準電圧Vに対して所定の値だけ増減した電圧に変換するための電圧変換手段を構成している。本実施例5のリミッタ回路6には、増幅器24とトランジスタ26とでバッファ回路を構成した差動増幅器と、増幅器25とトランジスタ27とでバッファ回路を構成した差動増幅器とが設けられている。これらの差動増幅器は、基準電圧Vに対して増減したそれぞれの電圧を直接的に帰還しリミッタ電圧として出力する差動増幅手段を構成するものであり、各負帰還端子を共通に接続して、リミッ

タポイントLP 8に接続している。これにより、本実施例5のリミッタ回路6では、後に詳述するように、“ $V \pm IR$ ”に制限した電圧をリミッタ電圧としてリミッタポイントLP 8から出力することができる。

【0035】抵抗18は、バンドギャップ回路7の一定電圧出力を電流Iに電流変換する。電流変換された電流Iは、上記カレントミラー回路を経て反転増幅回路の抵抗21と増幅器24の正入力とに入力される。これにより、増幅器24の正入力には電圧“ $V + IR$ ”が印加され、増幅器25の正入力には電圧“ $V - IR$ ”が印加される。ここで、パイプサウンダが振動する基準電圧レベルをVとし、その定格入力レベルの許容範囲をIRと規定すると、増幅器24、25に印加された入力電圧“ $V \pm IR$ ”は、反転入力端子が共通に接続されているリミットポイントLP 8で帰還出力（リミット電圧）としてそれぞれ得ることができる。言い換えれば、リミットポイントLP 8では帰還がかかっているため、“ $V \pm IR$ ”以上の出力電圧を得ることができない。このように、定格入力レベルを電流Iと抵抗Rで規定することができ、抵抗18、21、22を同一のバラツキを持つ素子により構成すれば、その抵抗値Rのバラツキをキャンセルすることができる。さらに、上記2つの各差動増幅器において、負入力を直接的に帰還することにより、出力インピーダンスを低くすることができる。これにより、リミットポイントLP 8での振幅レベルがばらついていても、リミット電圧“ $V \pm IR$ ”以上のレベルをカットすることができ、パイプサウンダの定格入力 $\pm 1$  dB（ $= V \pm IR \pm 1$  dB）以内のバラツキに抑えることができる。

【0036】以上のように、本実施例5のリミッタ回路6は、抵抗18が一定電圧出力を電流Iに電流変換している。PNPトランジスタ19、20、抵抗21、22、及び増幅器23は、電流変換手段からの電流Iを基準電圧Vに対して所定の値“IR”だけ増減した電圧“ $V \pm IR$ ”に変換して、2つの差動増幅器の増幅器24、25にそれぞれ出力している。各差動増幅器では、負入力を直接的に帰還して、反転入力端子が共通に接続されているリミットポイントLP 8にリミッタ電圧“ $V \pm IR$ ”を出力している。これにより、本実施例5のリミッタ回路6は、パイプサウンダの定格入力 $\pm 1$  dB（ $= V \pm IR \pm 1$  dB）のバラツキに抑えることができる。

【0037】

【発明の効果】以上のように、本発明のレベル制御回路は、自動レベル制御回路が駆動信号として出力する信号のレベルを検波して、制御信号を出力する検波回路と、前記検波回路からの制御信号に基づいて、入力した入力信号を増幅し出力する電圧制御型の増幅回路とを備えている。リミッタ回路は、上記自動レベル制御回路の出力信号のレベルを所定の範囲内に制限している。さらに、

本発明のレベル制御回路では、第1のフィルタ手段が上記リミッタ回路により制限された出力信号を入力して、その出力信号から駆動対象の電気-機械-音響変換素子の共振ピーク周波数の少なくとも第2高調波成分以上の周波数成分を除去し駆動信号として出力している。これにより、本発明のレベル制御回路は、たとえ当該レベル制御回路に入力する入力信号のレベルが大きく変化したとしても、上記駆動信号のレベルを駆動対象の電気-機械-音響変換素子の定格入力レベルに精度よくあわせることができる。それ故、電気-機械-音響変換素子の製品一個毎に駆動信号のレベルの出荷前調整をすることをしなくても、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。

【0038】別の観点の発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記リミッタ回路が、前記電気-機械-音響変換素子の定格入力レベルに対して、前記自動レベル制御回路からの出力信号のレベルを $\pm 1$  dB以内の値に制限している。これにより、この発明のレベル制御回路は、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。

【0039】また別の観点の発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記増幅回路と前記検波回路との間に、前記増幅回路からの出力信号を入力して、その出力信号から所定の周波数以上の周波数成分を除去し前記検波回路に出力するための第2のフィルタ手段を設けている。これにより、この発明のレベル制御回路は、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整することなく、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。さらに、検波回路が所定の周波数以上の周波数成分で誤動作することを防止することができる。

【0040】さらに、別の観点の発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記電気-機械-音響変換素子を駆動して音声及び振動をそれぞれ生じるための音声信号及び振動信号をミックスした合成信号を入力したとき、前記第2のフィルタ手段がその入力した合成信号から振動信号を抽出し出力している。これにより、この発明のレベル制御回路は、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整しなくても、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。さらにそのうえ、音声信号と振動信号とをミックスした合成信号を入力したときでも、検波回路が音声信号によって誤動作することを防止することができる。

【0041】さらに、別の観点の発明のレベル制御回路は、上述の発明のものに加えて、前記リミッタ回路が、前記第2のフィルタ手段からの出力信号のレベルを所定の範囲内に制限して、前記第1のフィルタ手段に出力し

ている。これにより、この発明のレベル制御回路は、電気-機械-音響変換素子毎に駆動信号のレベルを調整しなくても、当該素子自身の共振ピーク周波数において極めて安定した振動出力を効率よく得ることができる。さらにそのうえ、検波回路が所定の周波数以上の周波数成分で誤動作することを防止することができる。

【0042】本発明のリミッタ回路は、一定電圧出力を電流に変換するための電流変換手段、前記電流変換手段からの電流を基準電圧に対して所定の値だけ増減した電圧に変換するための電圧変換手段、及び前記基準電圧に対して増減したそれぞれの電圧を直接的に帰還しリミッタ電圧として出力する差動増幅手段を備えている。これにより、この発明のリミッタ回路は、基準電圧に対して所定の値だけ増減した範囲内の電圧をリミッタ電圧として出力して制限することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1である、レベル制御回路の構成を示すブロック回路図である。

【図2】図2の(a)は図1に示したALC回路の入力信号の具体的な波形を示す波形図であり、図2の(b)は図2の(a)に示した入力信号を入力した場合でのALC回路の出力信号の波形を示す波形図である。

【図3】図1に示したALC回路の入出力特性を示すグラフである。

【図4】図4の(a)は図1に示したリミッタ回路に制限された後のALC回路の出力信号の波形を示す波形図であり、図4の(b)は図1に示した第1のLPFの出力信号の波形を示す波形図である。

【図5】本発明の実施例2である、レベル制御回路の構成を示すブロック回路図である。

【図6】図5に示したレベル制御回路を用いた電気-機械-音響変換器の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図7】本発明の実施例3である、レベル制御回路を用いた電気-機械-音響変換器の具体例の構成を示すブロッ

\* ック回路図である。

【図8】本発明の実施例4である、レベル制御回路の構成を示すブロック回路図である。

【図9】本発明の実施例5である、リミッタ回路の構成を示すブロック回路図である。

【図10】パイプサウンダの概略構成を示す説明図である。

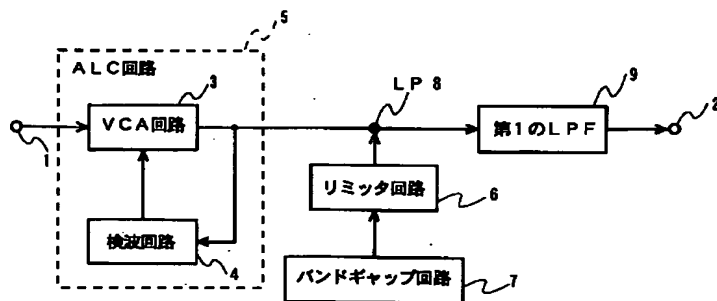
【図11】図10に示したパイプサウンダの周波数特性を示すグラフである。

【図12】従来のレベル制御回路を用いた電気-機械-音響変換器の具体例の構成を示すブロック回路図である。

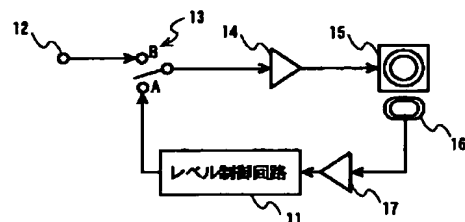
#### 【符号の説明】

- 1 入力端子
- 2 出力端子
- 3 VCA回路
- 4 検波回路
- 5, 5', 5" ALC回路
- 6 リミッタ回路
- 7 バンドギャップ回路
- 8 リミットポイント
- 9 第1のローパスフィルタ
- 10 第2のローパスフィルタ
- 11, 11' レベル制御回路
- 12 入力端子
- 13 切換スイッチ
- 14 駆動アンプ
- 15 パイプサウンダ
- 16 誘導コイル
- 17 増幅器
- 18, 21, 22 抵抗
- 19, 20 PNPトランジスタ
- 23, 24, 25 増幅器
- 26, 27 トランジスタ

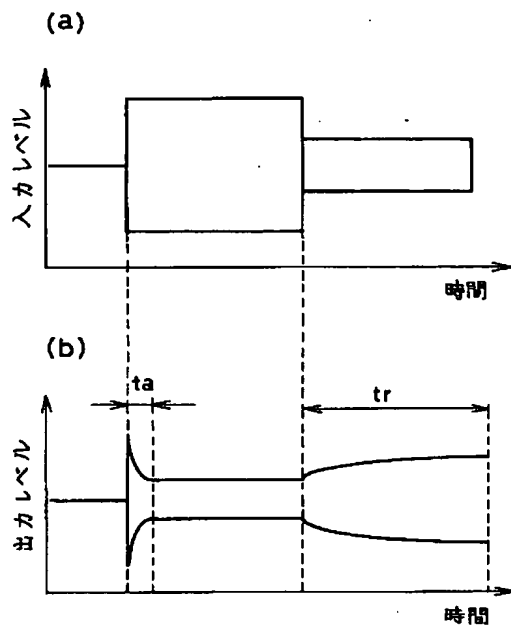
【図1】



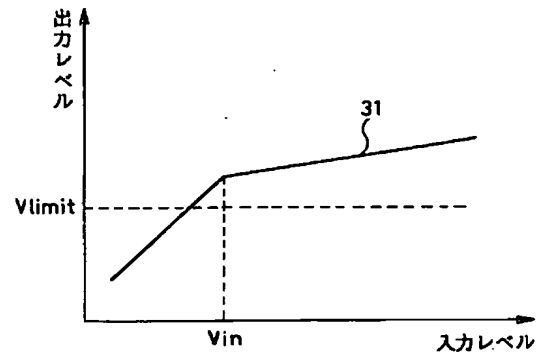
【図6】



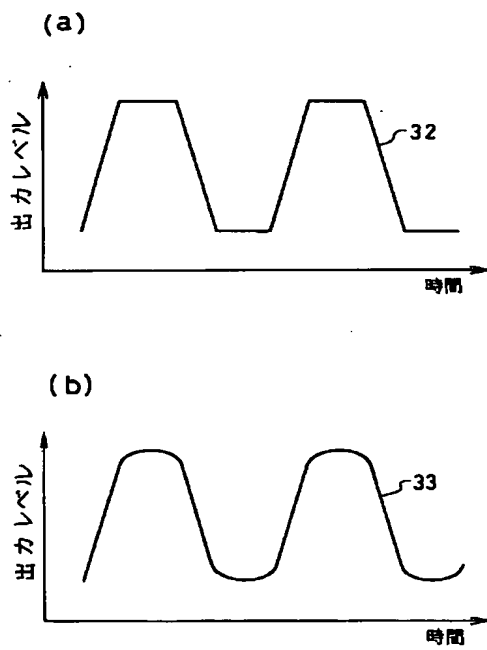
【図2】



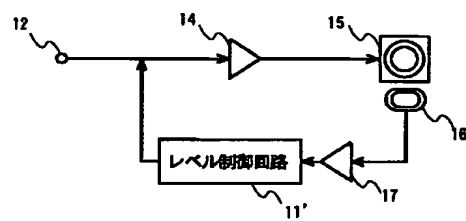
【図3】



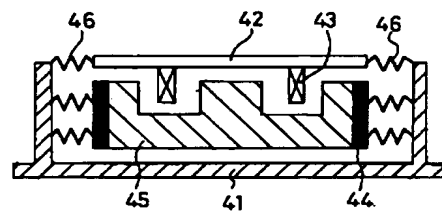
【図4】



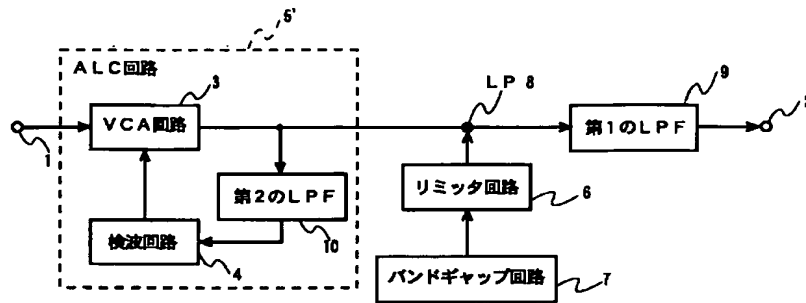
【図7】



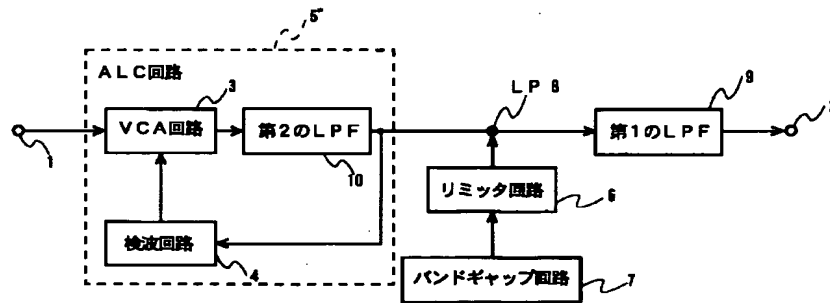
【図10】



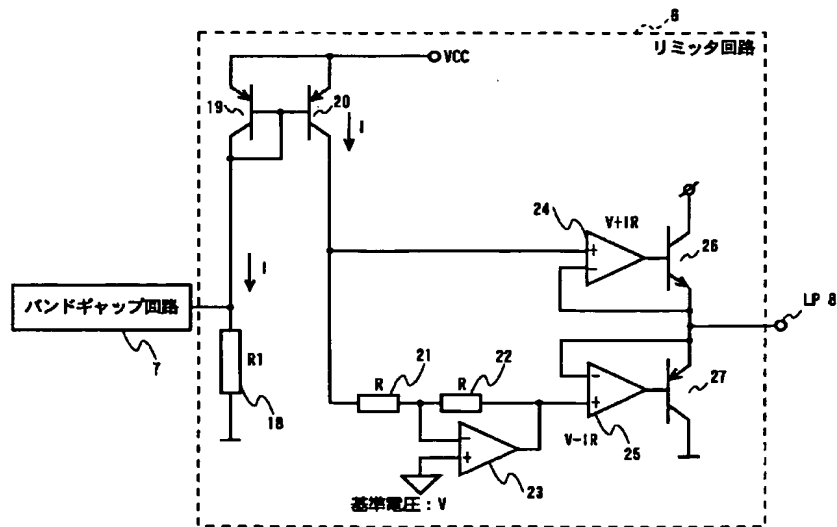
【図5】



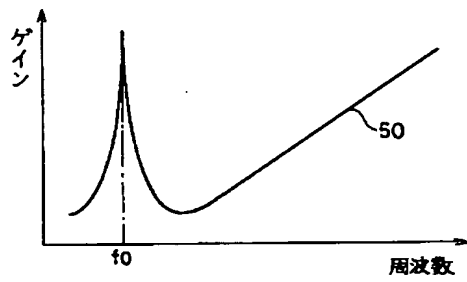
【図8】



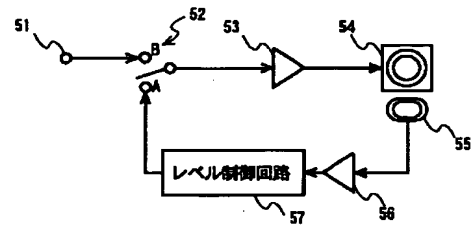
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D107 AA03 AA14 BB08 CC09 CD05  
 DD12 FF10  
 5H633 BB07 GG02 GG06 GG09 GG17  
 JA02